

PN : JP 07003363 19950106  
AN : JP 06107566 19940422  
PR : 5120689 19930422 JP  
ICM : C22C- 05/06  
IN : MORI RIE  
IN : HIJIKATA KENICHI  
PA : MITSUBISHI MATERIALS CORP  
ET : HIGH CORROSION RESISTANT AG-MG ALLOY AND THIN FILM THEREOF  
ICS : F21V- 07/22, G11B- 07/24, G11B- 11/10

PURPOSE: To obtain an Ag-Mg alloy capable of preventing an Ag from being brackened in **silver** white gloss thereof due to sulfide components or the like and having a high reflectance and a low thermal conductivity.

CONSTITUTION: By a film formed by the oxidation of Mg in the topmost surface layer of an Ag-Mg alloy in which Mg is incorporated by 1 to 10at% to Ag. Ag is shielded from sulfide components and ozone in the air to increase its corrosion resistance and to maintain its high reflectance. By the addition of Mg, its thermal conductivity is reduced. It is useful as a magnetic-optical recording medium, optical disk, lighting apparatus, mirror and reflecting film for road-sign. Furthermore, it can be used as a plating film for a household plastic product. The alloy film is formed on a substrate by sputtering.

COPYRIGHT: (C)1995, JPO

Disk Number : MIJP9501PAJ

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-3363

(43) 公開日 平成7年(1995)1月6日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 5/06		Z		
F 2 1 V 7/22		C		
G 1 1 B 7/24	5 3 8	E 7215-5D		
11/10	5 2 3	9075-5D		

審査請求 未請求 請求項の数11 F D (全 9 頁)

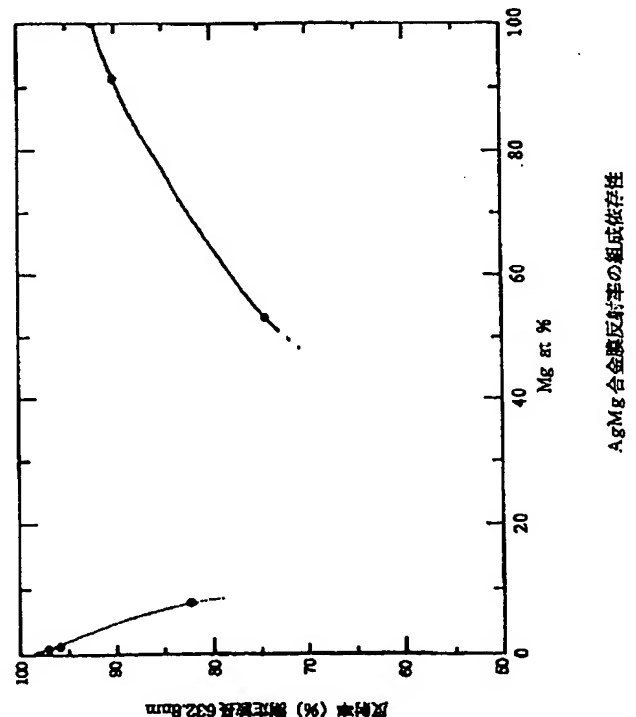
(21) 出願番号	特願平6-107566	(71) 出願人	000006264 三菱マテリアル株式会社 東京都千代田区大手町1丁目5番1号
(22) 出願日	平成6年(1994)4月22日	(72) 発明者	森 理恵 埼玉県大宮市北袋町一丁目297番地 三菱 マテリアル株式会社中央研究所内
(31) 優先権主張番号	特願平5-120689	(72) 発明者	土方 研一 埼玉県大宮市北袋町一丁目297番地 三菱 マテリアル株式会社中央研究所内
(32) 優先日	平5(1993)4月22日	(74) 代理人	弁理士 安倍 逸郎 (外1名)
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

(54) 【発明の名称】 高耐食性Ag-Mg合金、および、その薄膜

(57) 【要約】

【目的】 硫化物成分等によるAgの銀白色光沢の黒変化を防止し、高反射率、低熱伝導率のAg-Mg合金を得る。また、光磁気記録媒体、光記録媒体、リフレクタ等に使用して好適なAg-Mg合金薄膜を得る。

【構成】 Agに対し1~10at%のMgを含有させたAg-Mg合金の最表層のMgが酸化されて生ずる被膜により、Agを大気中の硫化物成分やオゾンから遮断して耐食性を高めると共に、高反射率を維持する。Mgの添加により熱伝導率を低下させる。光磁気記録媒体、光ディスク、照明器具、鏡、標識用の反射膜として有用である。さらに、家庭用プラスチック製品のめっき膜としても使用することができる。スパッタリングにより基板に合金膜を被着する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 高耐食性Ag-Mg合金であって、Mgの含有量が1～10at%（原子%）である高耐食性Ag-Mg合金。

【請求項2】 Agに1～10at%のMgを含有させたAg-Mg合金からなる高耐食性反射膜。

【請求項3】 Agに1～8at%のMgを含有させたAg-Mg合金からなる光磁気記録媒体用反射膜。

【請求項4】 Agに1～8at%のMgを含有させたAg-Mg合金からなり、その膜厚が500～1000

オングストロームである光磁気記録媒体用反射膜。

【請求項5】 Agに1～5at%のMgを含有させたAg-Mg合金からなる光記録媒体用反射膜。

【請求項6】 Agに1～5at%のMgを含有させたAg-Mg合金からなり、その膜厚が500～1000

オングストロームである光記録媒体用反射膜。

【請求項7】 Agに1～5at%のMgを含有させたAg-Mg合金からなるリフレクタ用反射膜。

【請求項8】 Agに1～5at%のMgを含有させたAg-Mg合金からなり、その膜厚が1000～200

0オングストロームであるリフレクタ用反射膜。

【請求項9】 Agに1～5at%のMgを含有させたAg-Mg合金からなる標識用反射膜。

【請求項10】 Agに1～5at%のMgを含有させたAg-Mg合金からなる照明器具用反射膜。

【請求項11】 Agに1～5at%のMgを含有させたAg-Mg合金からなり、その膜厚が1000～10000オングストロームであるプラスチック製品のめっき膜。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、大気中の硫化物成分やオゾンなどによるAgの黒変化を防止する高耐食性Ag-Mg合金、および、この合金を用いた反射膜、詳しくは光磁気記録媒体用反射膜、光記録媒体用反射膜、リフレクタ用反射膜、照明器具用反射膜、標識用反射膜、および、プラスチック製品のめっき膜に関する。

【0002】

【従来の技術】Agはその銀白色の美しい光沢とともに展性、延性に優れ、金属のうちで電気および熱の伝導率が最も大きいので非常に有用な金属である。特に可視光に対する反射率が広い波長範囲にわたって100%に近いので、鏡面を必要とする装置、例えば光記録媒体の反射膜などに広く利用されている。このようなAgの特徴を生かして例えば、洋食器にAgメッキを行うと、その装飾性に優れている点や水分中の微生物が殺菌されるなどの利点があるため、被メッキ物に高級感を与えることができる。

【0003】以上のようにAgは非常に有用な金属であり酸素の中で高温に熱しても酸化されない等、化学的に

2

も安定な金属であるが、唯一その欠点として、大気中の硫化物成分によって褐色または黒色のAg<sub>2</sub>Sに変化し、また、硫化物ほどではないが、大気中のオゾンにより黒色のAgOに変化して、その光沢を失うことが挙げられる。特に、S（硫黄）とは直接結合して、例えば、H<sub>2</sub>Sと反応して常温で容易にAg<sub>2</sub>Sとなり黒変する。この黒変化を逆に利用した古美術色装飾品もあるが一般的でない。このような黒変化を一時的に防止するには、クロム酸処理や透明樹脂を塗装する方法が用いられ、最も効果的な方法としてはAgメッキ上にRhメッキを薄く形成する方法が用いられる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】このようなAgの退色を防止する方法は完全なものではなく、上記Rhメッキによる方法もRh（ロジウム）が非常に高価であるため一般的でない。また、被覆物とAgとの間に界面が存在する場合には、剥離等の不都合が起こりやすい。さらに、上記光記録媒体、特に光磁気記録媒体用反射膜として用いる場合には、熱伝導率の高さが問題となる。

【0005】そこで、本発明の目的は、大気中の硫化物成分やオゾンによるAgの退色を防止し、併せてAgの反射率の高さを保持しつつ、Agよりも熱伝導率の低い、高耐食性Ag-Mg（銀-マグネシウム）合金を提供することにある。また、本発明は、この高耐食性Ag-Mg合金を用いた高耐食性反射膜を提供することを、その目的としている。また、本発明の目的は、この高耐食性Ag-Mg合金を用いた光磁気記録媒体用反射膜、光記録媒体用反射膜、リフレクタ用反射膜、照明器具用反射膜、標識用反射膜、プラスチック製品のめっき膜を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】このような目的は下記の本発明により達成される。すなわち、請求項1に記載の発明は、Agに1～10at%のMgを含有させた高耐食性Ag-Mg合金である。その表面に生成するMgの自然酸化膜により合金内部のAgを大気から保護して（酸化、硫化等を防止して）退色を防止するものである。

【0007】請求項2に記載の発明は、Agに1～10at%のMgを含有させたAg-Mg合金からなる高耐食性反射膜である。この高耐食性反射膜は、例えば光磁気記録媒体、光記録媒体、リフレクタ、各種標識、照明器具等に用いられる。

【0008】請求項3に記載の発明は、Agに1～8at%のMgを含有させたAg-Mg合金からなる光磁気記録媒体用反射膜である。

【0009】請求項4に記載の発明は、Agに1～8at%のMgを含有させたAg-Mg合金からなり、その膜厚が500～1000オングストロームである光磁気記録媒体用反射膜である。

50

3

【0010】請求項5に記載の発明は、Agに1～5at%のMgを含有させたAg-Mg合金からなる光記録媒体用反射膜である。

【0011】請求項6に記載の発明は、Agに1～5at%のMgを含有させたAg-Mg合金からなり、その膜厚が500～1000オングストロームである光記録媒体用反射膜である。

【0012】請求項7に記載の発明は、Agに1～5at%のMgを含有させたAg-Mg合金からなるリフレクタ用反射膜である。このリフレクタとは、反射器、反射鏡、反射板を示している。

【0013】請求項8に記載の発明は、Agに1～5at%のMgを含有させたAg-Mg合金からなり、その膜厚が1000～2000オングストロームであるリフレクタ用反射膜である。

【0014】請求項9に記載の発明は、Agに1～5at%のMgを含有させたAg-Mg合金からなる標識用反射膜である。

【0015】請求項10に記載の発明は、Agに1～5at%のMgを含有させたAg-Mg合金からなる照明器具用反射膜である。

【0016】請求項11に記載の発明は、Agに1～5at%のMgを含有させたAg-Mg合金からなり、その膜厚が1000～10000オングストロームであるプラスチック製品のめっき膜である。プラスチック製品としては例えば家庭で使用される各種製品があり、例えば化粧品容器等である。

【0017】

【作用】請求項1に記載した発明において、Agに含有させるMgは、Agと近似した銀白色の光沢を有する金属であり、銀と同様に展性、延性に富み容易に溶化する。よって、銀と合金をつくるのに適した金属である。このMgは常温の空气中で容易にその表面に酸化被膜を生成する。このため、大気中で安定な金属であり、その酸化被膜はAgに対する保護膜として最適である。また、この酸化被膜は略透明であり、Agの銀白色光沢を損なうことはない。この合金のMg濃度を1～10at%と限定したのは、この範囲未満では、Mgの量が保護膜を形成するには不十分であり、この範囲を越えると最表層のMgが強固なAg-Mg金属間化合物を形成していると考えられるので、Mgの酸化被膜の生成が困難となるからである。

【0018】請求項2に記載の発明は、Agに1～10at%のMgを含有させたAg-Mg合金からなる高耐食性反射膜である。この高耐食性反射膜は、例えば光磁気記録媒体、光記録媒体、リフレクタ、各種標識、照明器具等に用いられる。

【0019】請求項3、4に記載の発明に係る反射膜は光磁気記録媒体、いわゆる大容量メモリとしての光磁気ディスク等に用いられる。この場合、Agに対するMg

4

の含有量は1～8at%とする。また、その膜厚は500～1000オングストロームとする。この組成範囲に限定した理由は、熱伝導率がAgのその2/3以下であり、かつ、反射率が80%以上であることが必要だからである。

【0020】請求項5、6に記載の発明は、例えば光ディスク(CD)用反射膜、光カード用反射膜として使用することができる光記録媒体用反射膜であり、Agに1～5at%のMgを含有させたAg-Mg合金からなり、特にその膜厚を500～1000オングストロームとする。反射率が90%以上になる組成範囲とすることが好ましいからである。なお、従来の光ディスクのAl反射膜の反射率は90%である。

【0021】請求項7、8に記載の発明では、リフレクタ用の反射膜として用いるAg-Mg合金を示す。反射器、反射鏡、反射板等に使われる反射膜としては反射率がAlの反射率以上、すなわち90%以上であることが望ましいことから、組成範囲をMgの1～5at%に限定している。また、その反射膜の膜厚は1000～2000オングストロームが好ましい。

【0022】請求項9に記載の発明では、標識用の反射膜として、請求項10に記載の発明では、照明器具用の反射膜として、Agに1～5at%のMgを含有させたAg-Mg合金からなる反射膜をそれぞれ用いる。この組成範囲限定の理由は、反射率をAlの反射率以上、すなわち90%以上にすることにある。

【0023】請求項11に記載の発明では、プラスチック製品のめっき膜としてAg-Mg合金を用いる。例えば化粧品容器、アクセサリ等の表面装飾用のめっき膜である。反射率をAlの反射率以上、すなわち90%以上にするため、その組成を限定している。

【0024】

【実施例】以下に本発明の具体的構成について詳述する。本発明に係るAg-Mg合金のMg濃度は1～10at%である。この合金を大気中あるいは酸化されやすい雰囲気、例えば高温、高湿度の雰囲気中に置くと、Agよりは酸化されやすいMgが優先的に酸化され、合金表面に透明なMg酸化被膜が形成される。このMg酸化被膜は透明であるのでAgの銀白色光沢を損なうことがないだけでなく、Agを前述の大気中の硫化物成分から遮断する有効な保護膜として機能する。そして、このMg酸化被膜が合金最表層に形成される際に、表層のMgが酸化被膜中に取り込まれるため、この表層の合金組成は純Agに近づく。そのため、Mg酸化被膜が形成されると、合金の反射率は90～95%と増加し、純Agの98%に近づく。

【0025】また、このように最表層の組成は純Agに近くなるが、内部はAg-Mg組成であるので熱伝導率を純Agの1/3程度に抑えることができる。この合金のMg濃度を1～10at%と限定したのは、この範囲

未満では、Mgの量が保護膜を形成するには不十分であり、この範囲を越えると最表面層のMgが強固なAg-Mg金属間化合物を形成していると考えられるので、酸化被膜の生成が困難となるからである。このような組成のAg-Mg合金の製造は、通常のスパッタリング法によるのが最適である。AgとMgの二元ターゲットから被着体上に上記組成の合金を堆積する。組成の制御はスパッタリングの際にターゲットに印加される高周波電力値の増減、あるいは、被着体の位置の移動等により行えばよい。次に、具体的数字および図を示して本発明を更に詳細に実証する。

【0026】図1および図2は本発明のAg-Mg合金において、Mgが6.18at%で含有される場合の最表面層から内部にいたる組成の変化をオージェ分析計により測定したものである。横軸はアルゴンイオンにより等速度に堀穿した時間を表し、時間0が最表面層の組成、時間10分が表面より1000オングストローム深さの組成を示している。また、図1が合金作製直後の組成を示し、図2は温度80℃、相対湿度85%の条件下に24時間放置後の組成を示す。図2に示されるように、24時間放置後には、表面層において、Ag（折線（1））の濃度が70at%から50at%に低下し、Mg（折線（2））の濃度が20at%から30at%に増加している。このことは前述のように表面層にMgの酸化被膜が形成されていることを実証している。また、深さ略50オングストロームからはAgの濃度が15at%増加し、Mgの濃度が略10at%低下している。このことは、前述のように50オングストロームより内部では合金の組成が純Agに近づくことを実証している。なお、折線（3）は酸素濃度を示す。

【0027】図3はAgMg合金膜の組成依存性を示している。反射率の測定は波長632.8nmのレーザ光を照射してエリプソメータにより行った。なお、この反射膜は後述するコスパッタ法により被着、形成したものである。

【0028】図4はAg、Ag-Mg合金についての耐食試験結果を示すグラフである。縦軸は632.8nmの波長のレーザ光を照射しエリプソメータで測定した反射率を示す。横軸は温度80℃、相対湿度85%の雰囲気での放置時間である。図4に示すように、AgMg6.18合金では、Mgの酸化被膜形成後から表面層の組成が純Agに近づいて、反射率が上昇し、略8時間後から反射率が一定となる様子がわかる。なお、この反射膜はコスパッタ法により形成したものである。

【0029】図5は本発明に係るAg-Mg合金の組成を変化させた場合の熱伝導率の変化を示すグラフである。サンプルとしては膜厚1000オングストロームの合金膜のその幅方向の熱伝導率の値を示している。熱伝導率Kは、まず四点探針法で電気伝導度 $\sigma$ を測定したのち、次の関係式（ビーデマン・フランツの法則）から

計算した。

$K = L \sigma T$ （L：ローレンツ数、T：絶対温度）

同図のグラフからMg濃度が本発明の範囲である8at%以上で熱伝導率が大きく低下していることが分かる。

【0030】図6、図7は本発明に係るAg-Mg合金膜を光磁気ディスクに使用した実施例を示している。これらの図に示すように、光磁気ディスク61は、ポリカーボネイト（PC）基板62に保護層63を介して記録層64を積層し、さらに保護層65を介して反射層66を積み重ねている。この反射層66を本発明に係るAg-Mg合金膜で形成している。反射層66はAgに1～8at%の範囲のMgを含むAg-Mg合金膜で形成され、その厚さは500～1000オングストロームが好適な値である。なお、保護層にはSiAlON、Si3N4が、記録層としてはTbFeCo、または、TbFeCoCrがそれぞれ使用される。この記録層の厚さは200～250オングストロームのものが用いられる。図7の（A）は3.5インチの光磁気ディスク、（B）は5.25インチの光磁気ディスクの構造を示している。本発明に係る反射膜はこれらのいずれについても用いることができる。

【0031】図8は光記録媒体の一例としての光ディスク（CD）について本発明に係る反射膜を適用した場合を示す。透明プラスチックの基板82に反射膜81を積層し、保護膜83で被覆している。反射膜は、Agに1～5at%のMgを含有させたAg-Mg合金からなり、500～1000オングストロームの厚さに被着する。また、光ディスクの他にも光カード等へこの反射膜を適用することもできる。保護膜83はSiAlONまたはSi3N4で形成する。

【0032】図9には本発明に係る反射膜を使用した照明器具の断面構造を示す。91がSPG製の原板で、これに粘着剤層92、密着コート層93を介して、Agに1～5at%のMgを含有させたAg-Mg合金からなる反射膜94が積層されている。95はトップコート層である。耐食性を高めるため、この組成範囲としている。反射膜94の厚さは1000～2000オングストロームが好ましい。アクリル樹脂等にこの合金をスパッタリングして被着してもよい。

【0033】図10はリフレクタの一つである鏡（家庭用、自動車用等）について本発明合金膜を適用した例である。この鏡では、平坦なガラス板101に、Agに1～5at%のMgを含有させたAg-Mg合金の反射膜102を1000オングストローム～1 $\mu$ mの厚さに被着している。103は樹脂コーティング層である。この組成範囲であれば、従来のAlまたはCr製の反射膜を有する鏡と同等の反射率を維持しつつ、耐食性を一段と優れたものとすることができる。

【0034】図11は家庭用プラスチック製品、例えば化粧品容器に施されるめっき膜として、本発明に係る高

耐食性合金を用いた場合を示している。容器本体115、その蓋114の各表面にめっき膜112を施している。その構造は、円筒状のプラスチック基体111に、めっき膜112をコーティングしたものである。めっき膜112は透明な樹脂層113でサンドイッチ状にはさまれている。めっき膜112は、Agに1~5at%のMgを含有させたAg-Mg合金であって、1000オングストローム~1 $\mu$ mの厚さに形成されている。反射率として90%以上とした組成範囲である。

【0035】次に、本発明に係るAg-Mg合金反射膜の作製方法について説明する。このAg-Mg合金膜は、スパッタ法、真空蒸着法、イオンプレーティング法を用いて作製することができる。特にマグネトロンスパッタリング法が好適である。これは、合金組成を制御し易いこと、基板に対する膜の付着力が大きいこと、大面積の基板に組成、厚さの均一な膜を形成し易いことが、他の方法よりも優れているからである。例えば上記光磁気ディスク、CD、照明器具用反射板等はこのマグネトロンスパッタリングで反射膜を作製する。なお、家庭用プラスチック製品のめっき膜、鏡の反射膜については、真空蒸着法、イオンプレーティング法が用いられることもある。

【0036】以下、図12を用いてコスパッタ法による合金膜の作製法を説明する。コスパッタ法は、Agターゲット121とMgターゲット122を、基板ホルダ123に対して所定距離(14cm)、所定高さ(例えば70mm)だけ離して配置する。ターゲット121、122同士はチャンバ中心に対して例えば120°離間して半径14cmの円周上に配置している。この基板ホルダ123とターゲットとの間の角度 $\theta$ を適宜変更設定することにより、所定組成の合金膜を形成するものである。例えば図示の装置では $\theta=0^\circ$ ではMgが1.28at%の合金膜が、 $\theta=20^\circ$ で6.18at%の合金膜をそれぞれ作製することができる。図4はこの場合を示している。スパッタリング条件は、Agターゲット投入電力がRF100W、Mgのそれは150W、チャンバ内のArガス圧は $1 \times 10^{-3}$ Torr、到達真空度は $5 \times 10^{-7}$ Torrである。そして、このようにして形成した合金膜の上記耐食試験(図4)は、恒温恒湿容器(80℃、85%)を用いて行った。反射率の測定は、エリプソメータを使用して行った。測定波長は632.8nmである。

【0037】図13は合金ターゲットによるスパッタリングを説明するための模式図である。この方法は、Mg3.5at%のAg-Mg合金ターゲットを用い、図示(A)~(C)のようにターゲット132と基板ホルダ131との相対位置を変化させて行った。基板ホルダ131と合金ターゲット132との高さは7cm離間して配置している。スパッタリング条件は、投入電力がRF200W、Arガス圧が $1 \times 10^{-3}$ Torr、到達真空

度は $5 \times 10^{-7}$ Torrである。そして、このようにしてガラス基板上に1000オングストロームの厚さに形成した各組成(Mg1.0~1.5at%)の合金膜について、その耐食試験は、恒温恒湿容器(80℃、85%)を用いて行った。反射率は、エリプソメータで測定した。測定波長は632.8nmである。(A)~(C)に示すように、各組成の成膜直後の反射率Rは96%以上の高率を示している。

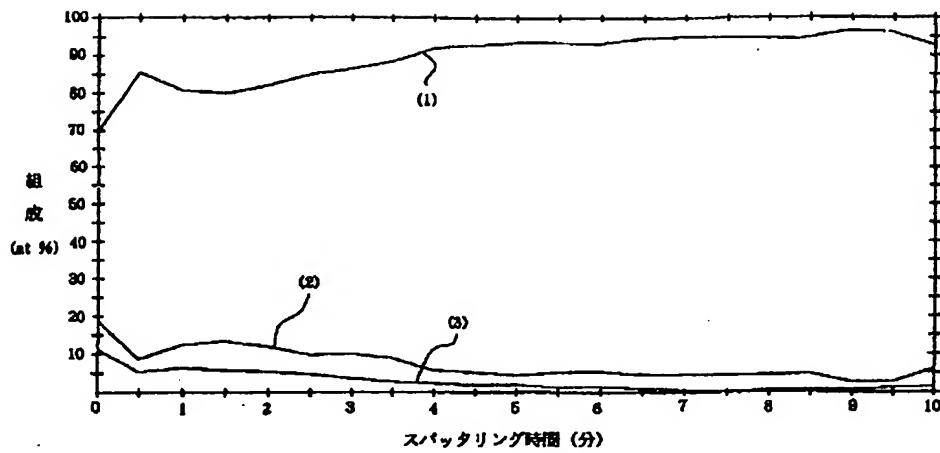
#### 【0038】

- 10 【発明の効果】本発明のAg-Mg合金は、その最表面にMg酸化被膜を形成することにより、耐食性が高まり、経時によるAg白色光沢の退色が防止され、洋食器などの銀製品に応用すると効果的である。また、Agの高反射率を保持しつつ、熱伝導率は1/3であるため、光磁気記録媒体の反射膜として使用すると効果的である。さらに、リフレクタ、照明器具、光記録媒体、交通標識等として好適な反射膜を提供することができる。いずれの反射膜についても高反射率を長期にわたって維持することができる。耐久性の高い反射膜、さらには、高
- 20 耐久性の光磁気記録媒体等を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

- 【図1】本発明のAg-Mg合金の深さ方向の組成の変化を示すグラフである。
- 【図2】本発明のAg-Mg合金の深さ方向の組成の変化を示すグラフである。
- 【図3】本発明に係るAg-Mg合金膜の反射率の組成依存性を示すグラフである。
- 【図4】本発明に係るAg-Mg合金膜の耐食試験結果を示すグラフである。
- 30 【図5】本発明に係るAg-Mg合金膜の熱伝導率の組成依存性を示すグラフである。
- 【図6】本発明の実施例に係る光磁気ディスクの構造を示す斜視図である。
- 【図7】本発明の実施例に係る光磁気ディスクの構造を示す断面図である。
- 【図8】本発明の実施例に係るコンパクトディスクの構造を示す斜視図である。
- 【図9】本発明の実施例に係る照明器具の構造を示す断面図である。
- 40 【図10】本発明の実施例に係る鏡の構造を示す斜視図である。
- 【図11】本発明の実施例に係る化粧品容器の構造を示す斜視図および断面図である。
- 【図12】本発明の実施例に係るスパッタ装置を示す模式図である。
- 【図13】本発明の実施例に係るスパッタ条件を説明するための模式図である。
- 【符号の説明】
- 64 光磁気ディスクの反射層
- 50 81 光ディスクのAg-Mg反射膜

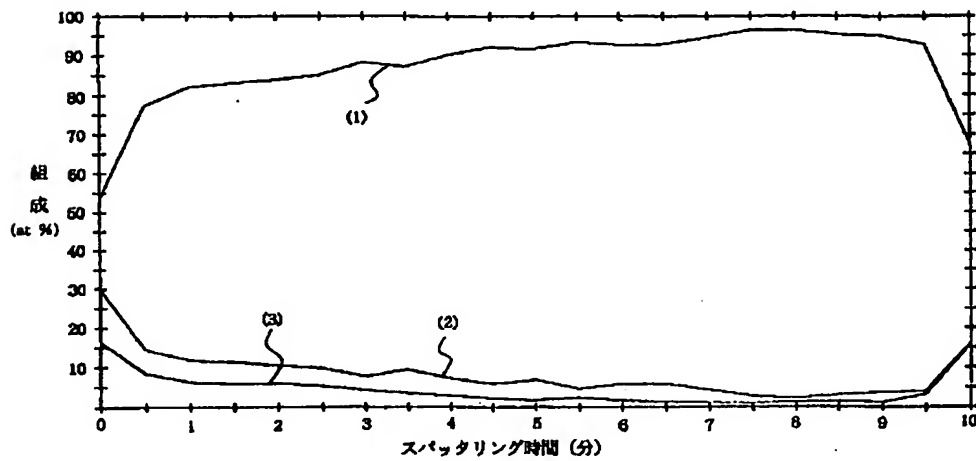
【図1】



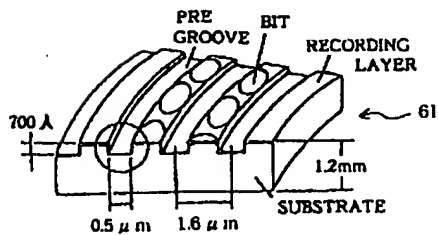
【図9】



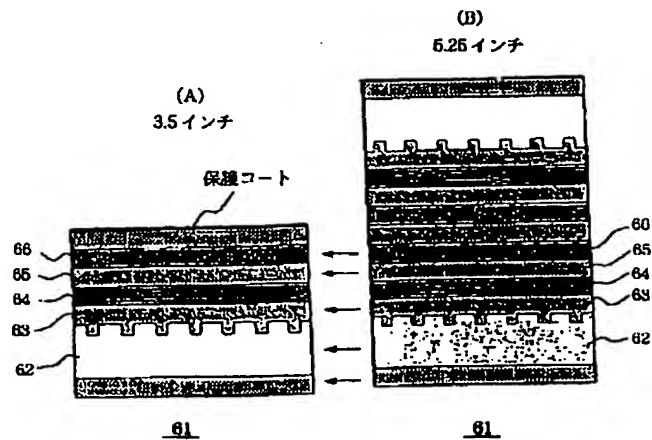
【図2】



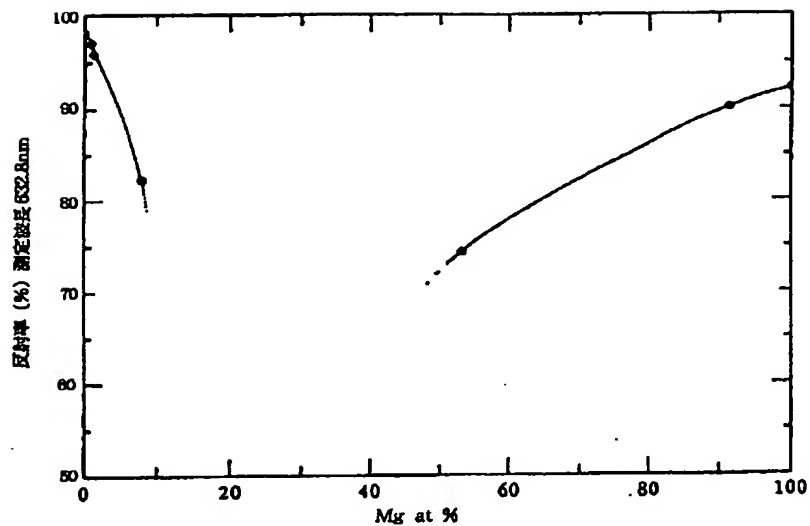
【図6】



【図7】

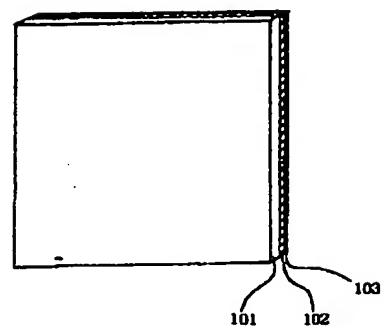


【図3】

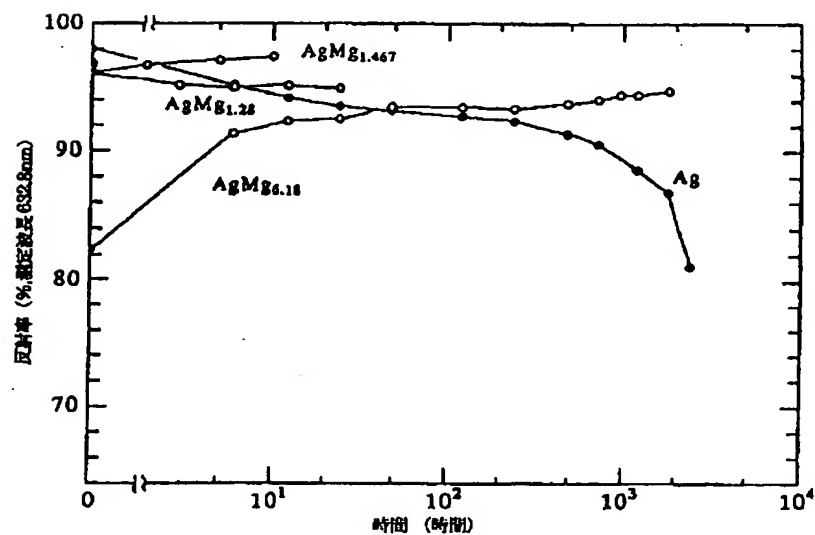


AgMg 合金膜反射率の組成依存性

【図10】

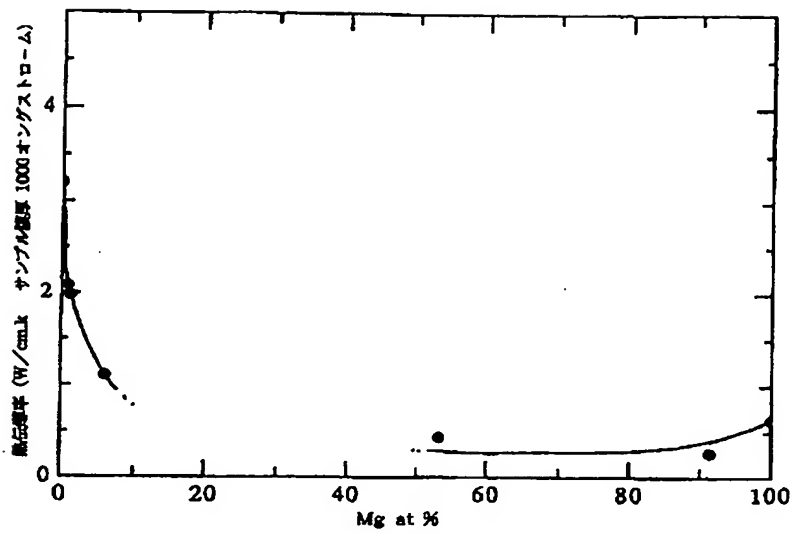


【図4】

Ag, AgMg 耐食試験結果  
(コスパッタ)

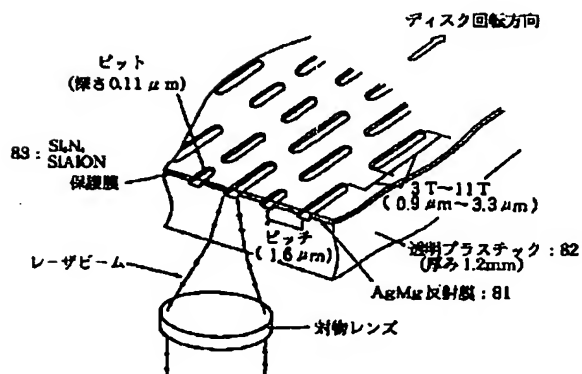


【図5】

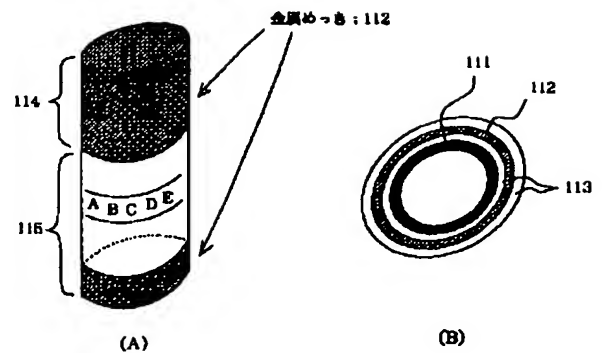


AgMg合金膜熱伝導率の組成依存性

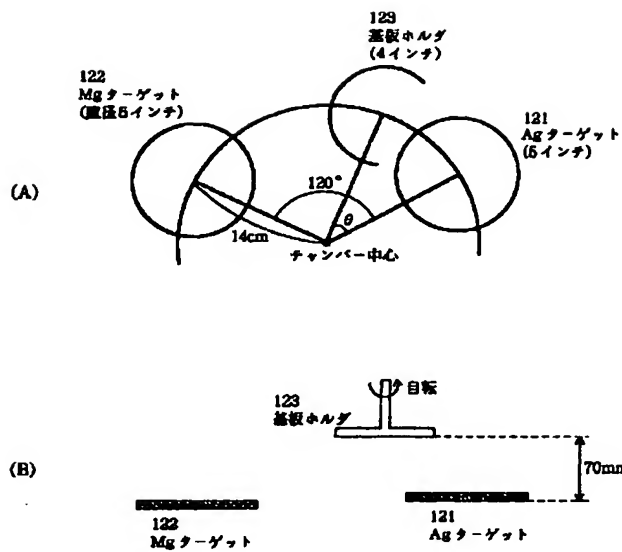
【図8】



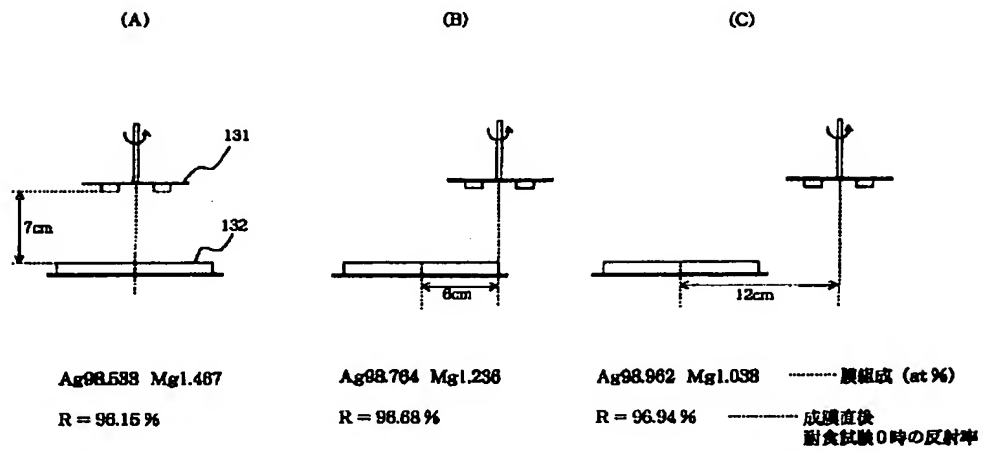
【図11】



【図12】



【図13】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**